

活かす 衛る 水資源

大広技術しぽ

厳しい時代を迎えて
～今こそ、一枚岩となれ～



㈱大広エンジニアリング
代表取締役社長 正木 普

謹んで、新春のお喜びを申し上げます。

米国サブプライム住宅ローン問題に端を発した株安・円高は、自動車、機械、電気産業など日本を代表する輸出産業への急激な収益悪化をもたらし、昨年末には大きな雇用不安へと発展しております。これらに、もとより縮小業種に指定された建設産業を加えると、いまや日本経済はどん底の状態へ入ったと言えます。

私達コンサルタントも今年は、昨年以上の厳しい1年を覚悟しなければなりません。全国の下水道経営は赤字の所が多く、事業内容も新規・継続から施設延命化に重点が移り、経済効果のある管理方式・技術提案を要求される時代に入ってきました。

平成21年度の国土交通省の予算案を見ると、安全（浸水対策、地震対策、改築による長寿命化）、環境（高度処理、合流改善、水循環系の健全化、少エネルギー対策）、地域活性化など、特に施設の長寿命化がこれまで以上に求められております。

このような状況を乗り切るためには、地方コンサルタントは、地域性を生かした地方コンサルならではの技術提案をし、社員個々が現在の厳しい状況を自覚して各ポジションの役割を果たし、「一枚岩となって、やるぞ」という意思統一を図ること。

その一方で、開発しつつある技術の実用化を急がねばならない年だと思っております。

私が指導するボクシングの世界では、競技者は、恐怖心と少しばかりの自信とメンツ、そして執念を胸に秘め、リングにあがります。一方、見えないところでは、彼等が死に物狂いで練習してきた努力を全て出せるよう、多くの仲間たちが支えています。

今こそ、社員一人一人がその覚悟を持って、信頼と絆のもとに**全社一丸**となる時であると思います。

「不況対策」と「地方分権時代」に対処

— この時期における地方コンサルタントの役割 —



顧問 中本 至（郷顔）
（元建設省下水道部長・工学博士）

1. 米国オバマ新大統領の大規模公共事業と雇用の創出

去る1月20日、アメリカの第44代大統領に47歳のバラク・オバマ氏が就任した。

オバマ新大統領は、今の世界的な不況に対処するために、大統領就任以前より「大規模な公共事業創出」を打ち出し、支出事業も緊急な公共施設建設や老朽化した施設再生に重点を置いている。もちろん大多数の国民もこの政策を支持した。調べてみると日本と異なって、その効果に疑問を差し挟む向きの政界・経済界などは極めて少数派となっている。

また「建設業67万人、製造業40万人など400万人の雇用創出」を約束しており、総額80兆円強の支出を用意し、これらの施策はすでに「景気対策法案」に裏打ちされているようだ。

2. 日本でも「地方の景気対策に公共事業」を

一方でわが国は、中国地方はじめ各地方の実状を調べてみると、人口減少という事態に輪をかけ、世界大不況の間接的な影響から、企業業績の悪化が雇用不安を招き、消費をさらに低迷させている。ともかく、不況疲弊しているこの悪循環から脱しなければならない。

さらに、財政状況を眺めてみても、すでに悪化が進んで赤信号の市町村が全国で50もある。その中で、中国地方では島根県の浜田市、斐川町、奥出雲町、飯南町などと鳥取県の日野町が財政指標で危険値を示しているし、広島、山口、岡山県内でも黄信号の付いている市町村がある。当面の対策として良質の地方交付金を増やしたり、雇用確保や道路、下水道、河川などの真水の公共事業を実施すべきだ。

ところが、このような時期にわが国のマスコミは狙っていたように「国の出先機関が、税金でマッサージチェアやいろんな遊び道具を購入」という、誇張した記事を全国に流布した。

それが丁度、ねじれ国会の最中でもあったから、野党はまるでハイエナや禿鷹の好餌として「無駄な公共事業費を使った。だから、このような悪い根源の公共事業費投入は、景気浮揚効果は無い！」とか、さらに「無駄遣いする国の出先機関を無くし、地方分権を進めよ！」と、短絡した議論を国会で展開し、アメリカで景気対策に有効だとされている「大規模の公共事業投資」が、わが国では遅々として進まないでいる。

3. 「景気対策」「地方分権」に地方コンサルタントを活かせ

すなわち、日本では先述の公共事業に対する野党や一部マスコミの偏見が抑止力になっ

て、一時的な人気取りの施策に走り過ぎ、残念ながら地方の景気回復や雇用に、直接効果のある大規模の公共事業費投入投資が打ち出せないでいる。

また「地方分権」については、偏見でなく慎重に是非を分析する必要がある。

地方コンサルタントは地方に密着しているので、地方の不況に対して実情を熟知しており、真剣に道路、河川、下水道などへの真水の公共事業投資（緊急な施設の地震対策、ゲリラ豪雨対策、閉鎖水域の水質確保対策、老朽施設対策など）が大きな付加価値を生み出し、景気対策や雇用にも供する具体策を打ち出せる。

以前、私が建設省の下水道部長をしていた時に、全国に膾炙した「子に贈る大きな遺産下水道」という標語でも解るように、この事業は、給付金や減税などの他の施策と異なっており、将来に遺産を残すという点で、筋の通る景気対策になったと言えるのである。

要するに、地方のコンサルタントは地方の実態を的確に把握しているので、地方自治体との連携で、有効な景気対策創出が打ち出せる。「地方分権」もしかりである。

4. 「景気対策」「地方分権」効果を当社が評価する

そこで当社は、「景気対策」と「地方分権」の効果を「住民の満足度」を指標とし評価した。この手法は極めて機動的に、かつ緻密に効果を分析することが可能である。

地方の住民が満足する具体的な事由としては「経済的に豊か。雇用の増大。人口の増加。商店街の活性化。道路・下水道・河川などのインフラ整備。有力企業存在。地震・水害などに対する安心・安全インフラ施設の老朽化対策。地域構想化に希望と夢。地域コミュニティ。歴史・文化・伝統。若者が定着。出産・子育て環境。空気や水が綺麗。観光客が来る」などである。その他の指標は省略する。

某研究所が定量的具体例として、これに類する県毎のアンケート調査を実施した。その結果は、愛知県、神奈川県、東京都など大都市圏内が上位を占め、中国地方では、①広島県②岡山県③山口県④島根県⑤鳥取県の順で、後尾は、秋田県、高知県、青森県であった。

5. 「地方のコンサルタント」活用の優位性

今後「地方分権」については、地方分権改革推進委員会が勧告を出すであろうが、偏見が先行することもあるので、この是非論は後日述べることにする。

今後さらに地方が活力を発揮・維持するためには、やはりその地方に根付いた、その地方で育ち密着した技術集団である「地方のコンサルタント」の活用が不可欠だ。ただ広い視野で見通せる、いわゆるガラパゴス化されない感覚が必要である。

すなわち、顧客に対してタテ・ヨコ・ナナメからその地方に適応した、きめ細かい創造性、確実性、即効性、効率性、充実性、弾力性、先取性など発注者側の要望に対して、満足される成果を自信を持って提出しなければならない。

例えば、下水道ならば中央の物真似でなく、中国地方の社会風土、人口動態、経済面、気象状態、地質・岩質、放流先の閉鎖水域の有無、水再生の必要性、地震・火山対応など特性を活かした施設計画を立てることが肝要である。具体的創作として「瀬戸内海特性応用の船型水処理場」「トンネル型再生処理場」なども考案すべきだ。

—土木技術に挑む—
微生物よもやまばなし(その11)



顧問 田澤 榮一
(広島大学名誉教授)

微生物の生命力 (4)

—コンクリート船 (前編) —

“Cボート500”の設計が難しかったのは、そもそもコンクリートの密度にその理由がある。500トンの船は、船殻の厚みを50mm程度にしないと船が浮かばないのである。船殻は内側にも外側にも曲げられるので、メッシュ状の鉄筋を二重に配置する必要があり、外側のコンクリート保護層、いわゆる“かぶり”が取れない。“かぶり”5mmで造った2mの試験船を海水に浮かべてみると、たった一日でコンクリートの表面に筋状の赤錆びが付いた。また構造実験の委託先からは、大学院生の声で「先日の試験体では実験ができません。細かいひび割れが無数に入っているので、試験体を送り返します。」と言ってきた。満身創痍である。だが、ここで引き下がる訳にはいかない。

調べてみると、赤錆は鉄筋の錆ではなく、結束に使った“なまし鉄線”が原因であり、なまし鉄線の取り付け作業を工夫すれば、この種の錆は防げることがわかった。

さらに、細かいひび割れはかえって好都合であることも解った。ひび割れの幅が通常より狭くなる。細かいひび割れのノッチ効果によって、荷重によるひび割れ幅が狭くなるのである。腐食を遅らせるためにはひび割れの数ではなく、幅の狭いことがより重要なのだ。高強度軽量コンクリートならではの性質で、まさに“怪我の功名”だったのである。そうだ!“プレクラックドコンクリート”と名付けよう、冗談ではなくそう考えた。呼び名の由来は“予めクラックの入ったコンクリート”である。悪いコンクリートを指すのではなく、文字通り“ひび割れが入っていることが商品価値である”という意味である。

このような実験結果を踏まえて、実際の試作船では外板の厚みを60mm、コンクリートのかぶりを10mmとした。瀬戸大橋の施工用栈橋として10年以上、坂出港で使用した後、ドライドックに引き上げて劣化調査を行った。眼を見張る結果だった。わずか10mmの“かぶり”で鉄筋の錆は全く認められなかった。“プレクラックドコンクリート”の効果はまさに抜群だったと言えよう。

曲折はあったが、圧縮強度60N/mm²以上で、密度1.8の軽量コンクリートは用途が広がっていった。IHIからは、“お宮の松”近くの海岸に浄水場を造る相談が持ち込まれた。横浜のドックで6000トンの構造物を造って熱海まで曳航し、海底の基礎に連結して急速施工する計画だ。ところが機械類の艀装をすると普通コンクリートでは進水が不可能であるとのことだ。軽量コンクリートに切り替えると、設計コンペの原アイデア通りに行くという。設計部も研究所も対応に追われた。

完成後、浄水場の構造物は盛り土で被覆して、当初の計画どおり公園に早代わりした。一件落着と思いきや、おっとどっこい、微生物のお出ましと相成った。

下水道管渠の寿命を伸ばす 「高耐酸性コンクリートの開発研究」-No.3



技術開発部部長 山本 修照

1. これまでの概要（国内産出の産業廃棄物利用を目標に）

本テーマは、平成 18 年を初年度として今年 4 年目を迎える広島工業大学との共同研究であり、本報告は、これまで二回の研究報告に続く三回目となる報告である。

まず、平成 19 年 1 月「大広技術レポ・第 5 号」の**第一回報告**では、コンクリートの耐硫酸性を得る材料として高炉フュームに注目し、セメント+フライアッシュ（又は高炉スラグ微粉末）+高炉フュームという三成分系の配合で高い耐酸性モルタルが得られるという、数年前から広島工業大学が持っていた技術の検証を行った。

この実験によって高炉フュームが早期強度発現に大きく影響することを確認したが、高炉フュームは現在、中国でしか生産されておらず、将来、中国の鉄鋼技術の近代化が進めば順次生産中止、安定供給の滞り及び価格高騰へと繋がる懸念から、次のステップとして高炉フュームの代替品となるポゾラン材を、国内で産出される産業廃棄物の中から探し出す目標へと進めた。

高炉フュームの特性を見つける研究が平成 20 年 4 月「大広技術レポ・第 10 号」の**第二回報告**であり、高炉フュームの成分分析、EPMA 分析、示差熱分析した結果を述べ、その結果、アルカリ含有量が非常に多いという特性を見つけた。

本稿・**第三回の報告**は、第二回報告を基に、ポゾラン材の選定及びその材料を使用して供試体を作り、各種要求性能を調べたものである。その結果から、耐酸性評価及び今後の商品化に対する適正を検討したのでその私見をまとめる。

2. 高炉フュームに代わるポゾラン材の選定

前項で判明した高炉フュームの材料特性から、新しくポゾラン材として SiO_2 、 Al_2O_3 を多量に含む産業廃棄物を探した。選定した材料は、砥石の生成過程で発生する微粉末である。下記に原材料と廃棄物となる砥石粉の化学分析結果を記す。

2-1) 砥石原材料の成分

	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
成分	88.42	8.65	0.33	0.07	0.16	0.08	0.59	0.83

2-2) 仕上げ後の集塵粉成分（廃棄物）

	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2	K_2O
1	39.12	52.21	0.22	0.39	0.28	0.18	1.73	0.52
2	56.47	37.14	0.33	0.93	0.34	0.30	2.43	0.81
3	46.34	47.36	0.45	1.07	0.36	0.17	1.69	0.92

上記 3 種類の砥石微粉末は、 SiO_2 と Al_2O_3 を合計した含有量が何れも 90% を越えるが発生量が最も多い 3 を耐酸性材料として使用することに決定した。また、砥石微粉末の平均粒径は $30\mu\text{m}$ 程度である。

2-3) 供試体の配合

下記を目標とし、3 種類の供試体を作成した。

- ①は比較基準とする従来のモルタル配合で、粉体量はセメント 100% である。
- ②は三成分系の配合で、砥石微粉末の粉体量を多くして砥石粉の早期強度発現性を調べることを目標に置いた。
- ③は四成分系の配合で、砥石粉の早期強度発現性が低いことを想定して、不足分をシリカフェームで補う対応をした。

結合材料	セメント (OPC)	高炉スラグ 微粉末(BFS)	シリカフェーム (SF)	砥石微粉末 (KNO)
①	100			
②	○	○		○
③	○	○	○	○

2-4) 試験結果

試験項目		配合		
		①	②	③
標準養生 圧縮強度 (N/mm^2)	材齢 3 日	33.9	17.2	25.2
	材齢 7 日	51.7	34.5	45.9
	材齢 28 日	54.9	52.8	56.4
標準養生 3 日後 5%希硫酸浸漬 (N/mm^2)	材齢 3 日	35.0	25.7	31.2
	材齢 7 日	40.7	—	—
	材齢 28 日	25.5	18.1	27.7
重量残存率 (%) 水中 3 日養生	5%希硫酸浸漬 28 日	63	99	93
硫酸浸透深さ (mm) 水中 3 日養生	5%希硫酸浸漬 28 日	6.7	2.7	2.1

2-5) 成果の評価

モルタル及びコンクリートの耐酸性能は、東京都下水道局の「コンクリート改修マニュアル(案)」に従い判定した。

なお、試験項目は、圧縮強度、重量残存率、硫酸浸漬深さの三項目とした。

① 圧縮強度

東京都下水道局の「コンクリート改修マニュアル(案)」では、標準養生という条件下で

材齢 3 日 : 25 N/mm² 以上

材齢 28 日 : 45 N/mm² 以上 と規定している。

この規定において、配合①は材齢 3 日、28 日とも規格値を満足した。

配合②では材齢 28 日は規格値を満足するが材齢 3 日が若干の強度不足となり、配合③では材齢 3 日、28 日とも規格値を満足するという結果となった。

次に、東京都下水道局の基準にはないが、水中 3 日養生後の供試体を 5% 希硫酸溶液に 28 日浸漬した後の圧縮試験を行った。その結果は、配合③は②の 1.5 倍高い強度となり、耐酸性能の高いことが検証された。これは、次項③希硫酸浸漬試験の結果からも③の健全部が②より大きいことにも関連している。

圧縮強度試験状況



500T 万能試験機



強度試験後の破壊状況

② 重量残存率

東京都下水道局の「コンクリート改修マニュアル(案)」では、重量残存率は、5% 希硫酸溶液に 28 日浸漬後 ±90% 以上と規定している。

① は W/C=40% の普通配合のモルタルであり、水中 3 日養生後 5% 希硫酸に浸漬した結果は、28 日後で 63% に減少（これまでの試験結果では 1 年後にはほぼ原型を留めないほど脆弱化する）。対して、②では 99% に減少し、③では 93% となり、上記規格値を充分満足する結果となった。

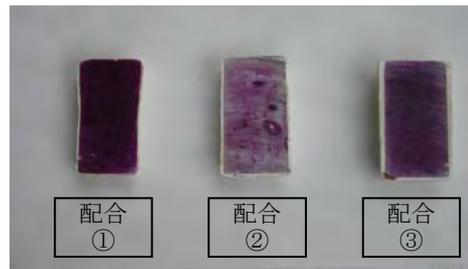


計量器

③ 硫酸浸透深さ

東京都下水道局の「コンクリート改修マニュアル(案)」で 3mm 以下と規定されているのに対して、配合①は 6.7mm と大幅に侵食され、配合②は 2.7mm、配合③は 2.1mm 侵食された。すなわち、②、③は共に規格値を満足して、配合③の方がより耐酸性能に優れるという結果になった。

下の写真は、Φ50mmの供試体を電動カッターで半分に切断してフェノールフタレインを噴霧したものである。赤色が硫酸に侵されていない健全な部分、外側に白い枠を形成しているところが硫酸侵食を受け劣化した部分である。硫酸浸透深さ試験は、外径から健全な（赤色）部分を差し引いた値（上中下3ヶ所の平均値）である。



硫酸浸透深さ

④ 総合的判定

この試験は、セメント100%の配合①を基準に、耐酸性材料配合②（高炉スラグ微粉末+砥石微粉末）および配合③（高炉スラグ微粉末+砥石微粉末+シリカフェーム）について圧縮強度、重量残存率、硫酸浸漬深さの比較実験を行ったものである。

その結果、東京都下水道局の基準値に対して、配合②は早期強度の発現が若干低いが重量残存率、硫酸浸漬深さの二項目を満足し、配合③は、三項目の試験とも規格値を満足する結果となった。

さらに実用面からの評価を加えると、5%濃度希硫酸浸漬試験はpH=1以下の強酸下での促進試験であり、供用中の下水道管内がpH=3~4であることと比較すると非常に厳しい環境下での試験となる。したがって、配合②、③の組み合わせは、①の従来材料と比較して数値以上の耐酸性能を持つ、長寿命化が期待できる材料と言える。

3. 今後の課題と方針

3-1) 課題

上記モルタルでの試験後、同じ配合をコンクリート配合に修正して工場二次製品実用化への実験を行った。モルタル試験と異なる点は二次製品とするために蒸気養生（55℃3時間継続）することであるが、その結果は、アルミが膨張し、供試体が膨れると言う欠陥が発生した。対応策としては、蒸気養生をしないこと。砥石微粉末の添加量を減らすこと。などで解決できるが、工場製品適応への課題は残った。

3-2) 今後の方針

一連の試験結果を総括すれば、高炉スラグ微粉末+シリカフェーム+砥石微粉末の配合③で補修材、新設のコンクリート構造物へ適用できる耐酸性材料を得ることが判明した。しかし、硫酸に侵される場所に使用されるカルバートなど工場二次製品への適用性は上記のような若干の課題が残った。

現状において、硫酸劣化を受けるコンクリート構造物等に対しては、本工法を含め安価なセメント材料が市販され始めたので、下水道管理者の皆様には、用途に合わせて補修材・二次製品、生コンクリートとして使っていただきたい。